

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 102 17 594 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 M 51/04

21 Aktenzeichen: 102 17 594.2  
22 Anmeldetag: 19. 4. 2002  
43 Offenlegungstag: 6. 11. 2003

DE 102 17 594 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

74 Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

72 Erfinder:  
Maeurer, Walter, 70374 Stuttgart, DE; Deponte,  
Rene, 72135 Dettenhausen, DE

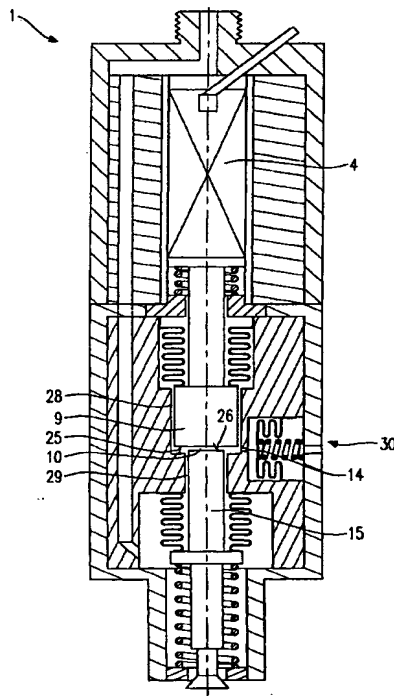
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	198 39 125 C1
DE	100 19 766 A1
DE 1	994 00 55C 12

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Brennstoffeinspritzventil

51 Ein Brennstoffeinspritzventil (1) insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine umfaßt einen piezoelektrischen, elektrostriktiven oder magnetostriktiven Aktor (4), einen mit dem Aktor (4) in Wirkverbindung stehenden Aktorkolben (9), der mit einem ersten Führungsspalt (28) geführt ist, und einen mit dem Aktorkolben (9) über ein Druckmedium in Wirkverbindung stehenden Hubkolben (15), der mit einem zweiten Führungsspalt (29) geführt ist. Eine Aktorkolbenarbeitsfläche (25) des Aktorkolbens (9) und eine Hubkolbenarbeitsfläche (26) des Hubkolbens (15) grenzen unmittelbar an einen mit dem Druckmedium gefüllten Arbeitsraum (10) an. Eine Ausgleichseinrichtung (30) nimmt einen Teil des Druckmediums über eine Drosselstelle (14) auf bzw. gibt dieses ab, um thermische Längenänderungen des Aktors (4) auszugleichen. Die Drosselstelle (14) ist baulich separat von den Führungsspalten (28, 29) ausgeführt.



DE 102 17 594 A 1

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Beispielsweise ist aus der DE 43 06 072 A1 eine Vorrichtung zum Öffnen und Verschließen einer in einem Gehäuse vorhandenen Durchtrittsöffnung bekannt, welche auch als Brennstoffeinspritzventil verwendet werden kann. Diese Vorrichtung weist einen piezoelektrischen, magnetostriktiven oder elektrostriktiven Aktor und einen mit diesem Aktor in Wirkverbindung stehenden Druckkolben auf, der über eine Hydraulikflüssigkeit auf einen Hubkolben wirkt. Der Hubkolben betätigt den in seiner Verlängerung befindlichen Ventilschließkörper. Durch das Größenverhältnis der Flächen von Hubkolben und Druckkolben, die einer ersten Kammer zugewandt sind, welche mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt ist, ist eine Hubübersetzung gegeben. Die mit dem Druckkolben unmittelbar in Kontakt stehende Hydraulikflüssigkeit wird mittels einer O-Ringdichtung gegenüber dem Aktor abgedichtet. Ein definierter Führungsspalt, mit welchem der Hubkolben in einer Führung geführt wird, erlaubt den Austausch von Hydraulikflüssigkeit zwischen der ersten Kammer und einem in einer zweiten Kammer liegenden von einer Membran begrenzten Raum, der zwischen Abspritzöffnung und Hubkolben liegt, wobei die Membran von einem Druck in der zweiten Kammer beaufschlagt werden kann. Es wird ein Ausführungsbeispiel beschrieben, in dem der Austausch zwischen der ersten und zweiten Kammer erfolgt. Der Spalt und ein in der zweiten Kammer befindlicher Druck ist so dimensioniert, daß langsame, aufgrund thermischen Einflusses erfolgende Längenänderungen des Aktors durch Austausch von Hydraulikflüssigkeit durch den Führungsspalt ausgeglichen werden können.

[0003] Nachteilig bei dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil ist insbesondere, daß das definierte Führungsspiel, bzw. der dadurch entstandene Spalt, um einen ausreichenden Strömungswiderstand herzustellen, relativ klein sein muß. Da einerseits der Austausch von Hydraulikflüssigkeit ausreichend schnell erfolgen muß, um die Längenänderungen des Aktors zu kompensieren, andererseits der Austausch nicht so schnell erfolgen darf, daß dadurch die Übertragung von Kräften zwischen Ventilnadel und Aktor gestört wird, sind bei der Herstellung des Spaltes kleine Herstellungstoleranzen einzuhalten. Kleine Spaltmaße und kleine Herstellungstoleranzen sind kostenintensiv in der Herstellung. Brennstoffeinspritzventile sollen mit nur geringen Kosten auf Anforderungen der jeweiligen Brennkraftmaschinen, in denen sie zum Einsatz kommen, abstimbar sein. Soll beispielsweise das Ventil lange offen gehalten werden, so wird sich eine Verkleinerung des Spaltes des Führungsspiels bzw. eine Verlängerung der Führungslänge nicht vermeiden lassen, da die diversen Gegendrucke und die Viskosität der Hydraulikflüssigkeit nur in geringen Maßen verändert werden können. Soll das Brennstoffeinspritzventil für mehrere verschiedene Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, so bedeutet dies eine erhebliche Kostensteigerung, da die Anzahl der zur Herstellung benötigten verschiedenen Bauteile erhöht ist.

[0004] Weiterhin ist die Abdichtung des Aktors gegenüber der mit der Hydraulikflüssigkeit gefüllten ersten Kammer durch die O-Ringdichtungen nur unzureichend erfüllt. Durch die hohen hydraulischen Drücke, die sich in der ersten Kammer bilden und die an der Führung des Druckkolbens gleitenden O-Ringdichtungen, kann Hydraulikflüssigkeit zum Aktor gelangen und diesen schädigen. Werden zur Verbesserung der Dichtwirkung die O-Ringdichtungen mit ho-

## Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß es wesentlich kostengünstiger hergestellt werden kann und wesentlich kostengünstiger an verschiedene Anforderungen von unterschiedlichen Brennkraftmaschinen angepaßt werden kann.

[0006] Da die Drosselstelle baulich separat von den Führungsspalten ausgeführt ist und somit der zur Erzeugung des Drosseleffekts notwendige Strömungswiderstand nicht von den geometrischen Maßen des Führungsspaltes abhängt, kann dieser kostengünstiger hergestellt werden. Der Führungsspalt kann größer bemessen werden, da kein Strömungswiderstand erzeugt werden muß, und er kann mit größeren Herstellungstoleranzen hergestellt werden, weil sich der Strömungswiderstand des Führungsspaltes nicht in einem vorgegebenen Toleranzbereich bewegen muß. Größere Spalte mit größeren Herstellungstoleranzen sind einfacher und kostengünstiger herzustellen. Im weiteren ist es durch die bauliche Trennung von Drosselstelle und Führungsspalt möglich, die Abstimmung der geometrischen Maße der Drosselstelle auf die Anforderungen, die durch die Eigenart der jeweiligen Brennkraftmaschine vorgegeben ist, leichter und kostengünstiger durchzuführen.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0008] Vorteilhafterweise wird durch das Größenverhältnis der Flächen der beiden Kolben, die dem Arbeitsraum zugewandt sind, eine Hubübersetzung realisiert. Dadurch kann der normalerweise verhältnismäßig kleine Hub der durch piezoelektrische, magnetostriktive oder elektrostriktive Aktoren möglich ist, vergrößert werden, ohne den Aktor kostenaufwendig lang und dünn herzustellen. Dicke, kurze Aktoren sind im Vergleich zu dünnen, langen Aktoren belastbarer gegenüber mechanischen Einflüssen. Die Realisierung der Hubübersetzung durch zwei Druckkolben, die über ein Hydraulikmedium, sonst aber unmittelbar, Kräfte übertragen, hat gegenüber Lösungen, bei welchen Membrane und Kanäle zwischengeschaltet sind, den Vorteil, daß sich die Kompressibilität des Mediums weniger auswirkt. Darüber hinaus neigt die so realisierte, hubübersetzende Kraftübertragung weniger zu Schwingungen. Zwischen Aktor und Ventiltätigkeit vergeht weniger Zeit. Das System verhält sich steifer.

[0009] Von Vorteil ist außerdem, die Drosselstelle als Bohrung, insbesondere als Laserbohrung herzustellen, da diese besonders genau, schnell und kostengünstig herstellbar ist. Vorteilhafterweise wird der Arbeitsraum direkt, also unmittelbar, mit einem Ausgleichsvolumen verbunden. Kann der gewünschte Strömungswiderstand der Drosselstelle nicht alleine durch die Laserbohrung erzielt werden, so kann eine Einmündung der Drosselstelle bzw. der Laserbohrung von dem Arbeitsraum in beispielsweise einen Führungsspalt verlegt werden oder in einen anderen mit Druckmedium gefüllten Raum.

[0010] Um den Arbeitsraum mit Druckmedium gefüllt und das Druckmedium blasenfrei zu halten, wird das Ausgleichsvolumen vorzugsweise mit einem Druck beaufschlagt. Der Druck kann über eine Dichtung die das Ausgleichsvolumen von dem Ausdehnungsraum trennt und durch ein Federelement, insbesondere durch eine Spiralfeder,

der, vorgespannt wird, erzeugt werden. Auch Tellerfedern oder Ringfedern sind denkbar. Vorteilhafterweise ist die Dichtung axial dehnbar und elastisch, aber radial steif, vorzugsweise wellrohrförmig, so daß sie den axialen Bewegungen leicht folgen kann.

[0011] Vorteilhafterweise weitergebildet kann das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil außerdem durch die Beaufschlagung des Ausgleichsvolumens mit einem Druck werden, der außerhalb des Brennstoffeinspritzventils bzw. außerhalb des Ausdehnungsraumes erzeugt wird. Beispielsweise kann durch eine Öffnung der Ausdehnungsraum, und damit das Ausgleichsvolumen, mit einem Druck von außerhalb des Brennstoffeinspritzventils beaufschlagt werden. Wird der Ausdehnungsraum durch einen Brennstoffkanal, der im Brennstoffeinspritzventil verläuft, mit dem Brennstoffdruck des Brennstoffeinspritzventils beaufschlagt, so ergibt sich eine zusätzliche Steuerungsmöglichkeit des Drucks auf das Ausgleichsvolumen.

[0012] Da die beiden kraftübertragenden Kolben jeweils mit einem mehr oder minder großen Führungsspalt entlang einer Betätigungsachse geführt werden, und somit Druckmedium in diese Führungsspalte dringt, werden die Führungsspalte an ihren von dem Arbeitsraum abgewandten Enden vorteilhafterweise mit einer Dichtung verschlossen, um einen Kontakt von Druckmedium mit dem Brennstoff und dem Aktor zu verhindern und um Verluste des Druckmediums zu verhindern. Vorzugsweise sind diese Dichtungen axial dehnbar und elastisch, aber radial steif, z. B. wellrohrförmig, so daß sie den axialen Bewegungen folgen können, ohne eine Veränderung des von ihnen begrenzten Volumens hervorzurufen.

#### Zeichnung

[0013] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils,

[0015] Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils, ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel jedoch mit veränderter Lage der Drosselstelle,

[0016] Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils, ähnlich dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel jedoch mit zusätzlichem Brennstoffkanal zum Ausdehnungsraum.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0017] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beispielhaft beschrieben. Übereinstimmende Bauteile sind dabei in allen Figuren mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0018] Ein in Fig. 1 dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine.

[0019] Das Brennstoffeinspritzventil 1 hat ein Gehäuse 3, durch welches von außen ein Brennstoffanschluß 2, ein elektrischer Anschluß 34 für einen Aktor 4 und ein Ausdehnungsraum 32 durch eine Öffnung 22 zugänglich sind. Am

abspritzseitigen Ende des Brennstoffeinspritzventils 1 befindet sich die Abspritzöffnung 20 in einem Ventilsitzkörper 18. Ein nach außen öffnender Ventilschließkörper 19, dessen Bewegungsrichtung entlang einer Betätigungsachse 21 erfolgt, greift durch die Abspritzöffnung 20. Die Ventilnadel 24 ist die axiale Verlängerung des Ventilschließkörpers 19. Die weitere Verlängerung wird nachfolgend als Hubkolben 15 bezeichnet. Zwischen Hubkolben 15 und Ventilnadel 24 ist ein Ansatzring 23 ausgebildet. Ein Federelement 17 stützt sich auf dem Ventilsitzkörper 18 auf und drückt über den Ansatzring 23 durch eine Vorspannung den Ventilschließkörper 19 gegen den Ventilsitzkörper 18 und den Hubkolben 15 der Abspritzrichtung in Richtung auf einen Arbeitsraum 10, an den der Hubkolben 15 mit seiner Hubkolbenarbeitsfläche 26 angrenzt.

[0020] Der Arbeitsraum 10 wird weiterhin durch ein Kopplergehäuse 8, in dem der Hubkolben 15 mit einem ersten Führungsspalt 29 und ein Aktorkolben 9 mit einem zweiten Führungsspalt 28 geführt sind, und durch eine Aktorkolbenarbeitsfläche 25 des Aktorkolbens 9 begrenzt. Beide Führungsspalte 28, 29 münden in den Arbeitsraum 10 und sind wie dieser mit einem Druckmedium gefüllt. Der Führungsspalt 29 des Hubkolbens 15 wird auf der dem Arbeitsraum 10 abgewandten Seite des Hubkolbens 15 durch eine wellrohrförmige Dichtung 16 begrenzt. Diese Dichtung 16 paßt sich mit ihrem wellenförmigen axialen Verlauf den Bewegungsrichtungen des Hubkolbens 15 bzw. des Ansatzringes 23 an, wobei die Dichtung 16 mit ihrem abspritzseitigen Ende an der abspritzabgewandten Seite des Ansatzringes 23 und mit ihrem anderen Ende am Kopplergehäuse 8 hermetisch befestigt ist. Durch die hermetische Befestigung der Dichtung 16 kann sich Brennstoff, der sich in einer die Dichtung 16 umgebenden Brennstoffkammer 35 befindet, nicht mit dem Druckmedium vermischen.

[0021] Die Brennstoffkammer 35, der Brennstoff über den Brennstoffanschluß 2 und einen Brennstoffkanal 5 zugeführt wird, setzt sich in Abspritzrichtung bis zum Ventilsitzkörper 18 fort, wobei der abspritzseitige Teil des Ansatzringes 23, die Ventilnadel 24 und das in diesem Ausführungsbeispiel als Spiralfeder ausgeführte Federelement 17 von Brennstoff umspült werden. Der Führungsspalt 28 des Aktorkolbens 9 wird an seinem, dem Arbeitsraum 10 abgewandten Ende durch eine wellrohrförmige Dichtung 7 verschlossen. Diese Dichtung 7 paßt sich mit ihrem wellenförmigen axialen Verlauf den Bewegungsrichtungen des Aktorkolbens 9 an, wobei die Dichtung 7 mit ihrem abspritzseitigen Ende hermetisch an einer Schulter des sich entgegen der Abspritzrichtung verjüngenden Durchmesserungsverlaufs des Aktorkolbens 9 und mit ihrem anderen Ende am Kopplergehäuse 8 hermetisch befestigt ist. Durch die hermetische Befestigung der Dichtung 7 wird eine Leckage von Druckmedium aus dem Arbeitsraum 10 über den Führungsspalt 28 sicher vermieden.

[0022] Der sich entgegen der Abspritzrichtung verjüngende Aktorkolben 9 setzt sich entgegen der Abspritzrichtung fort, wobei er durch eine Führungsscheibe 27 greift und an seinem abspritzfernen Ende eine tellerförmige Aufnahme bildet, die dem abspritzseitigen Ende des Aktors 4 zugeordnet ist. Der Aktorkolben 9 ist durch eine Vorspannfeder 6 zum Aktor 4 hin vorgespannt. Die Vorspannfeder 6 stützt sich dazu auf der abspritzfernen Seite der Führungsscheibe 27 ab und drückt auf die abspritznahe Seite der tellerförmigen Aufnahme des Aktorkolbens 9.

[0023] Der Arbeitsraum 10 ist vom Ausgleichsvolumen 13 durch das Kopplergehäuse 8 getrennt, wobei über eine relativ kurze Drosselstelle 14, die als Bohrung ausgeführt ist, eine Verbindung besteht. Das Ausgleichsvolumen 13 wird weiterhin durch eine im Ausführungsbeispiel wellrohrfö-

mige Dichtung 11 gegen einen Ausdehnungsraum 32 abgegrenzt, wobei die Dichtung 11 sich in den Ausdehnungsraum 32 ausdehnen kann und durch ein Federelement 12, welches sich am Gehäuse 3 abstützt und durch den Ausdehnungsraum 32 verläuft, gegen das Ausgleichsvolumen 13 vorgespannt ist. Der Ausdehnungsraum 32 ist im Ausführungsbeispiel durch eine Öffnung 22 im Gehäuse 3 zugänglich, beispielsweise zur Entlüftung oder Druckbeaufschlagung des Ausdehnungsraumes 32. Drosselstelle 14, Ausgleichsvolumen 31, Dichtung 11, Ausdehnungsraum 32 und die Mittel die zur Druckerzeugung zur Beaufschlagung des Ausdehnungsraumes 32 bzw. der Dichtung 11 vorhanden sind, werden nachfolgend als Ausgleichseinrichtung 30 bezeichnet.

[0024] Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 ist wie folgt:

Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils 1 ist der Aktor 4 entladen und besitzt seine Ruhelänge. Die abspritzferne tellerförmige Aufnahme des Aktorkolbens 9 wird durch das Federelement 6 gegen die abspritznahe Seite des Aktors 4 gepreßt. Der Hubkolben 15 wird durch das am Ansatzring 23 angreifende Federelement 17 mit seiner Hubkolbenarbeitsfläche 26 in den Arbeitsraum 10 gedrückt. Der Ventilschließkörper 19 dichtet die Abspritzöffnung 20 gegen die vom Brennstoffkanal 5 mit Brennstoff befüllte Brennstoffkammer 35 ab.

[0025] Wird der Aktor mit elektrischer Spannung beaufschlagt, dehnt er sich relativ schnell aus und drückt den Aktorkolben 9 in Abspritzrichtung entlang der Betätigungsschse 21. Im Arbeitsraum 10 wird die im Vergleich zur Aktorkolbenarbeitsfläche 25 kleinere Hubkolbenarbeitsfläche 26 über das Druckmedium dadurch mit einem Druck beaufschlagt und drückt den Hubkolben 15 bzw. die Ventilnadel 24 in Abspritzrichtung, wobei durch das Flächenverhältnis von Aktorkolbenarbeitsfläche 25 zu Hubkolbenarbeitsfläche 26 eine Hubübersetzung gegeben ist. Der Ventilschließkörper 19 hebt vom Ventilsitzkörper 18 ab und der unter Druck stehende Brennstoff wird abgespritzt.

[0026] Um das Brennstoffeinspritzventil 1 zu schließen, wird der Aktor 4 entladen und somit verkürzt. Die Federkraft der beiden Federelemente 17 und 6 bewirken, daß sich Aktorkolben 9 und Hubkolben 15 entgegen der Abspritzrichtung entlang der Betätigungsschse 21 verschieben. Somit schließt der sich in der Verlängerung des Hubkolbens 15 befindliche Ventilschließkörper 19 die Abspritzöffnung 20.

[0027] Langsame, thermische bedingte Längenänderungen des Aktors 4 werden durch Aufnahme und Abgabe von Druckmedium zwischen Arbeitsraum 10 und Ausgleichsvolumen 31 ausgeglichen. In den kurzen Zeiträumen der Betätigung des Ventils durch Öffnungs- und Schließbewegungen kann zwischen Arbeitsraum 10 und Ausgleichsvolumen 31 durch die Drosselstelle 14 nur sehr wenig Druckmedium ausgetauscht werden, wobei das durch die Betätigung ausgetauschte Druckmedium wieder in den Betätigungspausen durch den auf das Ausgleichsvolumen 31 aus dem Ausgleichsraum 32 einwirkenden Druck ausgeglichen wird. Langsam ablaufende Austauschvorgänge von Druckmedium zwischen Arbeitsraum 10 und Ausgleichsvolumen 31 werden durch die Drosselstelle 14 nicht wesentlich behindert, so daß beispielsweise eine thermisch bedingte Längenänderung eines Aktors 4 ausgeglichen werden kann.

[0028] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1, ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel, jedoch verbindet die Drosselstelle 14 Arbeitsraum 10 und Ausgleichsvolumen 31 nicht unmittelbar, sondern unter Einbeziehung des Führungspaltes 29 des Hubkolbens 15. So kann zum Strömungswiderstand der Drosselstelle 14 ein zusätzlicher Strömungswiderstand erzeugt werden.

Strömungswiderstand erzeugt werden.

[0029] Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1, ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel, jedoch weist dieses Ausführungsbeispiel einen zusätzlichen Brennstoffkanal 33 auf, der die Brennstoffkammer 35 mit dem Ausdehnungsraum 32 verbindet. Weiterhin ist die Öffnung 22 in diesem Ausführungsbeispiel nicht existent. In diesem Ausführungsbeispiel kann durch den Brennstoffkanal 33 der Ausdehnungsraum 32 mit dem Brennstoffdruck beaufschlagt werden. Dies ergibt eine konstante Sitzkraft auf den Ventilschließkörper 19. Dagegen ergeben die in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiele eine konstante Kraft auf den Aktor 4.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und kann z. B. auch für nach innen öffnende Brennstoffeinspritzventile verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem piezoelektrischen, elektrostriktiven oder magnetostriktiven Aktor (4), einem mit dem Aktor (4) in Wirkverbindung stehenden Aktorkolben (9) der mit einem ersten Führungsspalt (28) geführt ist, einem mit dem Aktorkolben (9) über ein Druckmedium in Wirkverbindung stehenden Hubkolben (15), der mit einem zweiten Führungsspalt (29) geführt ist, wobei eine Aktorkolbenarbeitsfläche (25) des Aktorkolbens (9) und eine Hubkolbenarbeitsfläche (26) des Hubkolbens (15) unmittelbar an einen mit dem Druckmedium gefüllten Arbeitsraum (10) angrenzen, und einer Ausgleichseinrichtung (30), welche einen Teil des Druckmediums über zumindest eine Drosselstelle (14) aufnimmt bzw. abgibt, um thermische Längenänderungen des Aktors (4) auszugleichen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drosselstelle (14) baulich separat von den Führungsspalten (28, 29) ausgeführt ist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Flächenverhältnis von Aktorkolbenarbeitsfläche (25) zu Hubkolbenarbeitsfläche (26) eine Hubübersetzung vorgegeben ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselstelle (14) durch eine Bohrung, insbesondere Laserbohrung oder Erodierbohrung, hergestellt ist.
4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselstelle (14) den Arbeitsraum (10) mit einem Ausgleichsvolumen (31) der Ausgleichseinrichtung (30) mittelbar oder unmittelbar verbindet.
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselstelle (14) in eine der Führungsspalten (28, 29) oder in einen anderen mit dem Druckmedium gefüllten Raum mündet.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Drosselstellen (14) vorhanden sind.
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) durch einen Druck beaufschlagt ist.
8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch

gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) an einen Ausdehnungsraum (32) angrenzt.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) von dem Ausdehnungsraum (32) durch eine Dichtung (11) abgedichtet ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (11) axial dehnbar und radial steif, insbesondere wellrohrförmig, ist.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7 und einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Druck aus dem Ausdehnungsraum (32) auf das Ausgleichsvolumen (31) wirkt.

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) durch mindestens ein Federelement (12), insbesondere einer Spiralfeder, mit einem Druck beaufschlagt ist.

13. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) von außerhalb des Brennstoffeinspritzventils (1) durch eine Öffnung (22) mit einem Druck beaufschlagbar ist.

14. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgleichsvolumen (31) über einen Brennstoffkanal (33) mit Druck beaufschlagt ist.

15. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hubkolben (15) und der Aktorkolben (9) mit den Führungsspalten (28, 29) in einem Kopplergehäuse (8) geführt sind.

16. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Hubkolben (15) über eine erste Dichtung (7) mit dem Kopplergehäuse (8) verbunden ist.

17. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Dichtung (7) den Führungsspalt (28) des Aktorkolbens (9) abdichtet.

18. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Dichtung (7) axial dehnbar und radial steif, insbesondere wellrohrförmig, ist.

19. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktorkolben (15) über eine zweite Dichtung (16) mit dem Kopplergehäuse (8) verbunden ist.

20. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Dichtung (16) den Führungsspalt (29) des Hubkolbens (15) abdichtet.

21. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Dichtung (16) axial dehnbar und radial steif, insbesondere wellrohrförmig, ist.

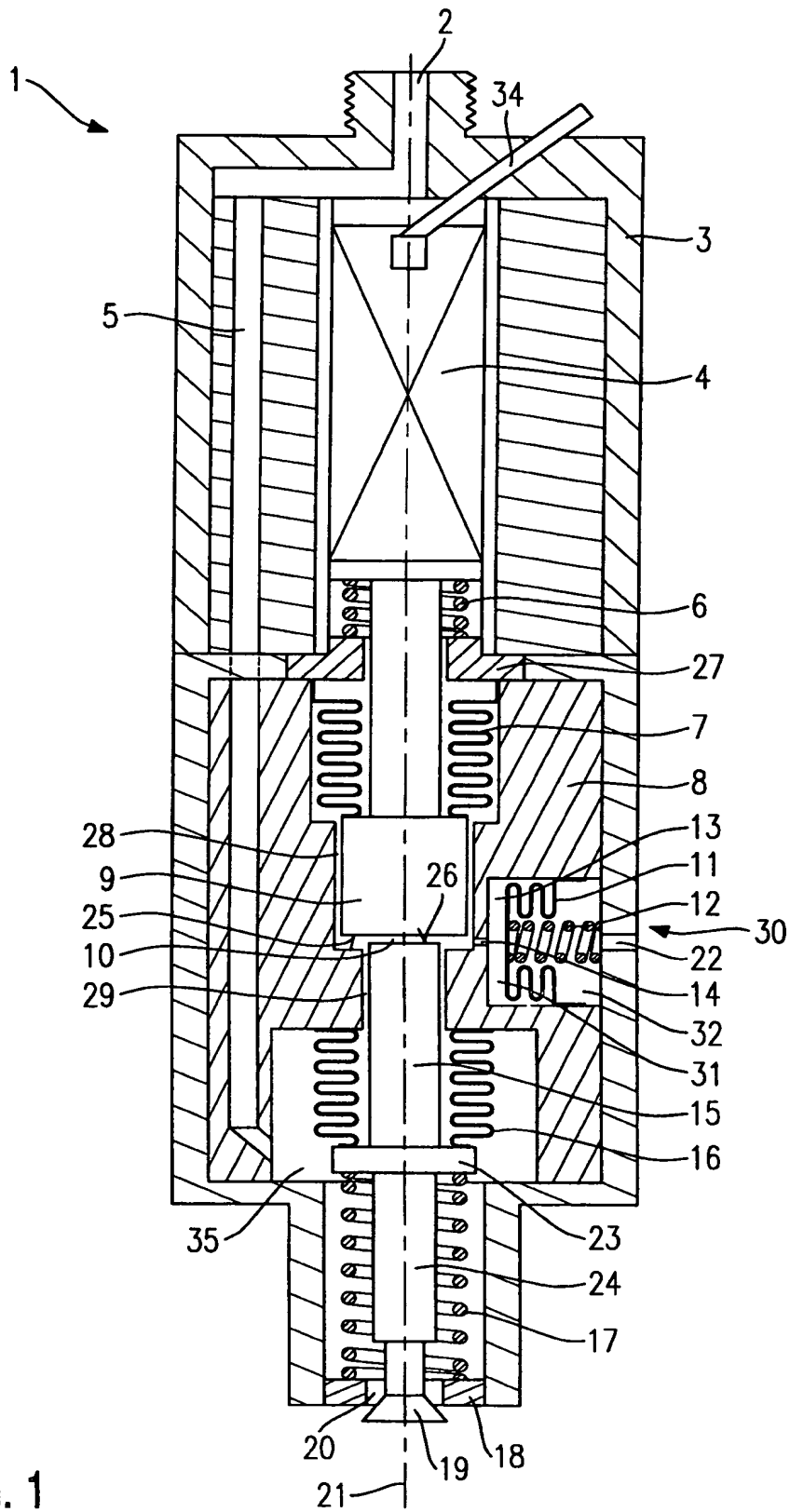
---

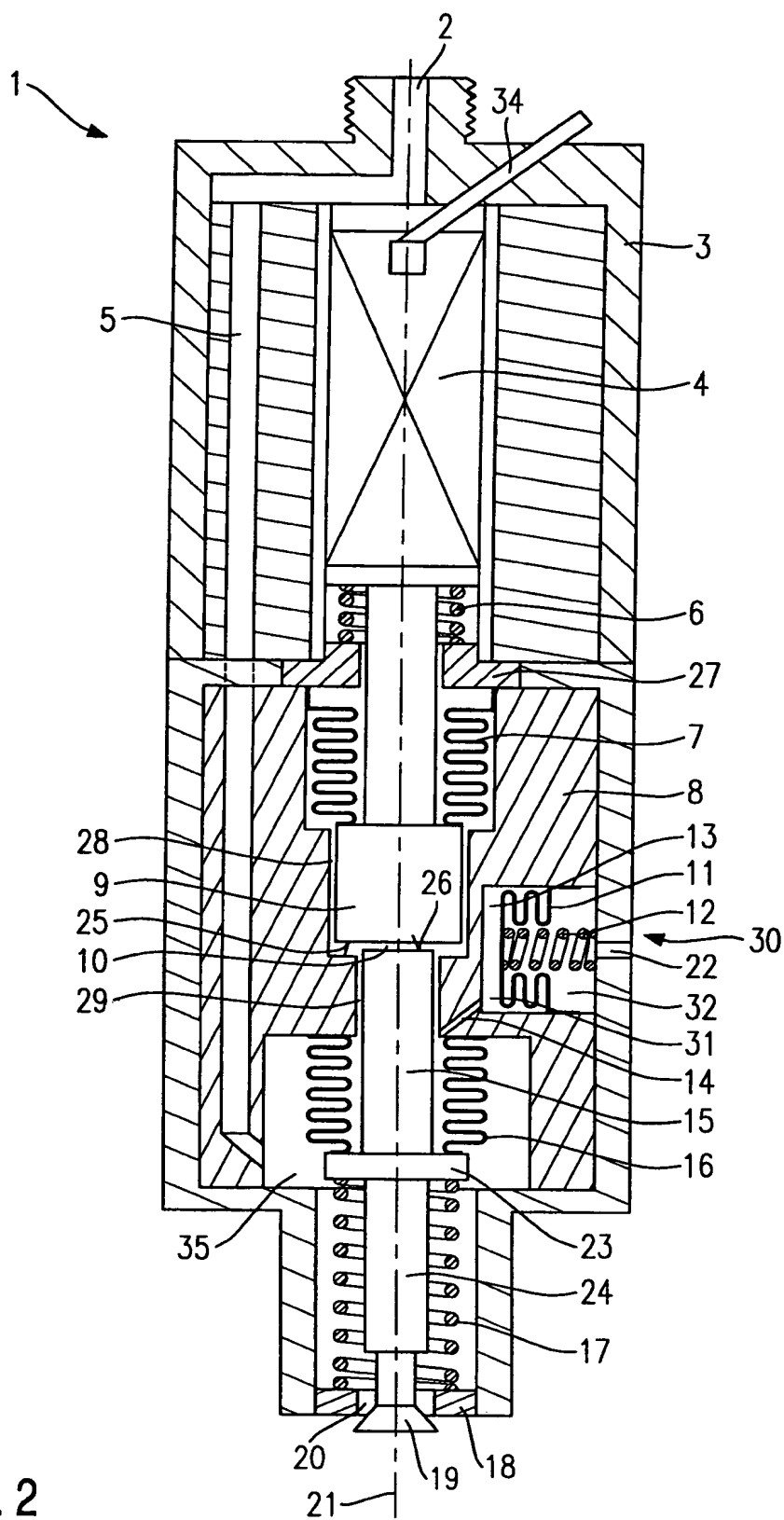
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65





**Fig. 2**

